

⑤1

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

⑤2

Behördenzeichen

Int. Cl.:

B 23 q, 3/08

B 25 b, 5/00

B 26 f, 1/00

Deutsche Kl.:

49 m, 3/08

87 a, 4

54 d, 3/01

⑩

⑪

⑫

⑬

⑭

Offenlegungsschrift 2 258 007

Aktenzeichen: P 22 58 007.0

Anmeldetag: 27. November 1972

Offenlegungstag: 22. November 1973

Ausstellungspriorität: —

③0

Unionspriorität

③2

Datum:

6. September 1972

1. Mai 1972

③3

Land:

V. St. v. Amerika

③1

Aktenzeichen:

286661

249142

⑤4

Bezeichnung:

Einspannvorrichtung

⑥1

Zusatz zu:

—

⑥2

Ausscheidung aus:

—

⑦1

Anmelder:

DBM Industries Ltd., Lachine, Quebec (Kanada)

Vertreter gem. § 16 PatG:

Liedl, G., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 800 München

⑦2

Als Erfinder benannt:

Caroli, Italo, Dr., Westmont, Quebec (Kanada)

DT 2258007

BEST AVAILABLE COPY

2258007

B 5837

DBM Industries Ltd., of 10340 Cote de Liesse Road,
Lachine 620, Quebec, Canada

Einspannvorrichtung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung einer Haltekraft, die ein Werkstück fest in einer gewünschten Lage hält. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf eine Vorrichtung zum lös-
baren Befestigen bzw. Haltern eines Werkstückes in einer gewünschten Lage mit einem Bodenteil, an dessen einer Oberfläche das Werkstück lagert, mit einer an dieser Oberfläche in einem bestimmten Muster an-

Z/G

309847/0713

geordneten Abdichteinrichtung zur Bildung einer Vielzahl abgegrenzter Zonen und mit einer im Bodenteil vorgesehenen Durchlaßeinrichtung, die zum Anschluß an unteratmosphärischen Druck mit einer Unterdruckquelle verbindbar ist.

Es sind verschiedene magnetische sowie mit Vakuum arbeitende Einspannvorrichtungen bekannt. Magnetische Einspannvorrichtungen sind selbstverständlich in ihrem Anwendungsbereich dahingehend beschränkt, als sie lediglich solche Werkstücke halten können, die aus einem Material mit magnetischen Eigenschaften bestehen. Vakuumeinspannvorrichtungen sind insofern etwas vielseitiger anwendbar, als hieran Werkstücke aus fast jedem beliebigen Material gehalten werden können, insbesondere wenn das Material luftundurchlässig ist. Vakuumeinspannvorrichtungen finden daher eine relativ große Anwendung zum Halten von sperrigen oder bahn- bzw. bogenförmigen metallenen Werkstücken, Glasscheiben oder Kunststoffbögen, Holz, Leder und dergleichen. Ein den bekannten Vakuumeinspannvorrichtungen schon seit langer Zeit eigener Nachteil liegt darin begründet, daß es nicht leicht ist, die Vorrichtung an aufeinander folgende Werkstücke von ungleicher Größe und/oder Form anzupassen. Im einzelnen weisen hierzu die bekannten Vakuumeinspannvorrichtungen Abdichtstreifen auf, die sich in entsprechend ausgebildeten Nuten oder Kanälen in der das Werkstück tragenden Oberfläche der Einspannvorrichtung befinden. Es sind hierbei Bohrlöcher vorgesehen, die über eine den Nuten zugeordnete Verteilerkammer mit einer Vakuumquelle in Verbindung stehen. Hierdurch kann ein Vakuum geschaffen werden, welches das Werkstück festhält. Der Abdichtstreifen muß jedoch zuvor derart in die Nuten eingesetzt werden, daß seine Ausbildung im allgemeinen der Form des Werkstückes entspricht oder zumindest vollständig hiervon abgedeckt wird. Jedesmal, wenn sich die Größe oder Form eines Werkstückes ändert, muß der Abdichtstreifen nach Bedarf

manuell verstellt werden, da ansonsten keine wirksame Vakuumkammer ausgebildet werden kann. Die bekannten Vakuumeinspannvorrichtungen sind außerdem häufig in ihrer Größe begrenzt. Diese Begrenzung beruht zum Teil darauf, daß nicht immer Vakuumpumpen von entsprechender Leistung hinsichtlich der pro Minute abzusaugenden Luftmenge zur Verfügung stehen. Dies bedeutet häufig, daß beispielsweise in einigen Fällen Vakuumeinspannvorrichtungen von geeigneter Größe oder Fläche nicht verwendet werden können, da entweder leistungsfähige Vakuumpumpen nicht zur Verfügung stehen oder derart teuer sind, daß sich ihre Anwendung nicht rechtfertigt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, diese Nachteile zu beseitigen und ein Verfahren sowie eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, mittels der ein Werkstück sicher an der Vorrichtung gehalten werden kann, und zwar mittels Kräften, die aufgrund eines Druckunterschiedes zwischen dem Umgebungsdruck und einer Druckkammer geschaffen werden. Die zu schaffende Vakuumeinspannvorrichtung soll ein Werkstück fest, jedoch lösbar in seiner Lage halten können, ohne daß es erforderlich ist, daß die an einer das Werkstück haltenden Oberfläche vorgesehenen Abdichtung^{en} bei wechselnder Größe und/oder Form der Werkstücke verändert werden müssen.

Die Merkmale des zur Lösung dieser Aufgabe vorgesehenen Verfahrens und der Vorrichtung gemäß der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich die Vorrichtung der eingangs genannten Art dadurch aus, daß auf der Bodenteiloberfläche in jeder abgegrenzten Zone eine hierin eine Vertiefung bildende Einrichtung vorgesehen ist, die mit der Abdichteinrichtung sowie mit

einem die Abdichteinrichtung berührenden und wenigstens eine der Zonen bedeckenden Werkstück zur Bildung einer Druckkammer zusammenwirkt und mit der Durchlaßeinrichtung in Strömungsverbindung steht, und daß in jeder Durchlaßeinrichtung eine Einrichtung zur Drosselung des Luftstromes angeordnet ist, die, unabhängig davon, ob alle Zonen auf der Bodenteiloberfläche vom Werkstück abgedeckt sind, kontinuierlich eine gesteuerte, zur Aufrechterhaltung des Unterdruckes in jeder Druckkammer ausreichende Luftmenge hindurchläßt, wobei die durch sämtliche Drosseleinrichtungen hindurchgeleitete gesteuerte Luftmenge ein Gesamtvolumen besitzt, das geringer ist als das volumetrische Leistungsvermögen der Unterdruckquelle. Die Drosseleinrichtung weist vorzugsweise einen Stopfen aus porösem Material auf, das eine mittlere Porengröße von weniger als 15 Mikron besitzt. Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform weist die Drosseleinrichtung einen Einsatz aus gesintertem, porösem, rostfreiem Stahl auf, dessen mittlere Porengröße in der Größenordnung von etwa 5 Mikron liegt. Selbstverständlich sind auch andere Ausführungsformen möglich. So kann beispielsweise eine Ventilanordnung verwendet werden, bei der durch das Ventil eine gesteuerte Luftmenge strömen kann. Es kann statt dessen aber auch eine kleine Öffnung verwendet werden, bei der die Länge wenigstens das 25-fache des wirksamen Durchmessers beträgt. Es kommt in jedem Fall darauf an, lediglich eine Drosseleinrichtung vorzusehen, durch die eine gesteuerte Luftmenge strömt. Der Strom dieser kontrollierten Luftmenge muß ausreichend groß sein, um unabhängig davon, ob alle abgegrenzten Zonen tatsächlich von der Werkstückfläche abgedeckt sind, in einem Zwischenraum einen Unterdruck zu erzeugen, wobei dieser Raum gebildet ist zwischen einer Oberfläche des Werkstückes, zwischen der Oberfläche, an der das Werkstück gehalten ist, und zwischen wenigstens einer abgegrenzten Zone, die durch die von der Bodenteiloberfläche getragenen Abdichteinrichtungen sowie durch die Höhlungen oder Vertiefungen in jeder dieser Zonen gebildet ist.

Durch die erfindungsgemäße Vakuumeinspannvorrichtung werden die Nachteile der bekannten Einrichtung vollkommen beseitigt. Die Vorrichtung gemäß der Erfindung ist weder in ihrer Größe noch in ihrer Form beschränkt. Darüber hinaus ist es nicht mehr erforderlich, die Ausbildung bzw. Anordnung der bei den bekannten Vorrichtungen in den Nuten vorgesehenen Abdichteinrichtungen zu ändern. Das hat zur Folge, daß die Gefahr eines Luftverlustes aufgrund schlechtsitzender Dichtungen oder einer Zerstörung oder sogar eines Bruchs der Abdichteinrichtung selbst weitgehend vermindert ist. Die Vorrichtung eignet sich darüber hinaus äußerst gut zur Handhabung von magnetischem oder unmagnetischem Metall, Kunststoff, geschichteten Stücken, Holz, Glas in Scheibenform, Leder, Vinylbögen, Papier und anderen solchen weitgehend nichtporösen Materialien.

Die Einspannvorrichtung kann auf sehr verschiedene Weise angewendet werden. So kann die Vorrichtung beispielsweise die Form einer Vakuumeinspannvorrichtung aufweisen, wie sie in heutigen mechanischen Werkstätten verwendet werden. Hierbei wird die Vorrichtung dazu verwendet, um ein Werkstück fest in einer gewünschten Position zu halten. Das gehaltene bzw. eingespannte Werkstück kann sodann bearbeitet werden, wobei eine Fräsmaschine, eine Bohrmaschine, eine Bohrbank, eine Schneidemaschine, eine Schrämmaschine, eine Schleifmaschine, eine Poliermaschine oder eine große Vielzahl anderer solcher Werkzeugmaschinen zur Anwendung gelangen kann. Statt dessen kann die erfindungsgemäße Vorrichtung auch eine Ausführungsform aufweisen, die häufig als "Vakuumbett" bezeichnet wird. Die Fläche solch eines Vakuumbettes kann sehr groß sein und beispielsweise an der Oberfläche in der Größenordnung von mehreren m² liegen. Solch eine Vorrichtung wird sehr häufig zur Handhabung von Werkstücken in Platt- oder Bogenform verwendet.

Im Gegensatz zur bisherigen Annahme ist es nicht erforderlich, daß ein Vakuumsystem völlig luftdicht ist, um in der wünschenswerten Weise zu funktionieren. So wurde erfindungsgemäß gefunden, daß sich bedeutende Vorteile mit einer Anordnung in einem Vakuumsystem erzielen lassen, bei dem die Durchlässe, durch die hindurch ein Vakuum oder der Unterdruck angesaugt wird, vorsätzlich zur Atmosphäre hin offengelassen werden, und zwar über eine Drosseleinrichtung, die lediglich eine gesteuerte Luftmenge hindurchströmen läßt. Der Durchlaß lediglich einer gesteuerten Luftmenge ermöglicht es, daß in einer Druckkammer ein Unterdruck angesaugt und aufrechterhalten wird, wobei diese Druckkammer zum Teil durch eine "abgegrenzte Zone" begrenzt und bei der ihre eine Wand von einer Oberfläche des Werkstückes gebildet ist. Dieser Unterdruck läßt sich unabhängig davon aufrechterhalten, ob andere abgegrenzte Zonen tatsächlich nicht abgedeckt und daher zur Atmosphäre geöffnet sind. Es ist lediglich erforderlich, daß die gesteuerte Luftmenge, die bei einer besonderen Ausführungsform der Erfindung durch sämtliche Drosseleinrichtungen hindurchgeleitet wird, ein Gesamtvolumen besitzt, welches das volumetrische Leistungsvermögen der Vakuumpumpe, des Sauggebläses oder einer anderen zum Ansaugen des Unterdruckes verwendeten Vorrichtung nicht überschreitet.

Die Erfindung wird im folgenden in Form mehrerer bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnung erläutert. Diese zeigt in:

Fig. 1 perspektivisch eine aufgeschnittene Teilansicht einer Ausführungsform der Einspannvorrichtung;

Fig. 2 eine abgewandelte Ausführungsform hiervon und

Fig. 3 eine weitere abgewandelte Ausführungsform;

- Fig. 4 eine perspektivische teilweise aufgeschnittene Ansicht der Vakuumeinspannvorrichtung;
- Fig. 5 perspektivisch eine abgewandelte Ausführungsform der Vorrichtung gemäß Fig. 4;
- Fig. 6 perspektivisch eine weitere abgewandelte Ausführungsform der Vakuumeinspannvorrichtung;
- Fig. 7 perspektivisch im Schnitt eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 8 eine für die Ausführungsform gemäß Fig. 7 vorgesehene Drosseleinrichtung in Draufsicht und
- Fig. 9 in Seitenansicht;
- Fig. 10 eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung im Schnitt sowie
- Fig. 11 in Draufsicht und
- Fig. 11A in Draufsicht eine gegenüber der Vorrichtung gemäß Fig. 10 abgewandelte Ausführungsform.

Aus Fig. 1 bis 3 ist ein Teil eines Bodenteils 10 ersichtlich, das die Form einer Bodenabdeckplatte aufweist. Die Platte 10 ist häufig aus rostfreiem Aluminiumstahl oder aus einem anderen geeigneten festen starren Material in nichtporöser Form gefertigt. Die Platte 10 kann eine Vielzahl möglicher Größen aufweisen und zur Anwendung bei einer

Vakuumeinspannvorrichtung des häufig bei modernen mechanischen Werkstätten verwendeten Typs die Abmessungen 15 x 30 cm aufweisen. Statt dessen kann die Platte 10 aber auch beträchtlich größer sein und beispielsweise Abmessungen hinsichtlich ihrer Breite und/oder Länge in der Größenordnung von 30 oder 60 cm, ja sogar mehreren Metern Länge besitzen. In diesen Fällen bildet die Platte 10 eine Bettplatte, die sich zur Handhabung von Bögen oder Bahnen aus Kunststoffolie, Glas, Holz, Papier oder dergleichen weitgehend unporösem Material eignet.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, ist an dem Bodenteil 10 eine erste und nach außen gerichtete Oberfläche 12 mit einer "Vertiefungsbildungseinrichtung" in Form von Riefen oder Unvollkommenheiten 14 vorgesehen, die sich naturgemäß dann ergeben, wenn die Oberfläche 12 durch maschinelle Bearbeitung oder Schleifen gebildet worden ist. Diese Riefen oder Unvollkommenheiten 14 sind in der Zeichnung der besseren Deutlichkeit wegen erheblich vergrößert dargestellt. Diese Vertiefungsbildungseinrichtung kann auch die Form bewußt hergestellter Ausnehmungen 16 annehmen, wie aus Fig. 2 ersichtlich. Sie kann auch mit einem abgeschrägten, kegelförmigen Ventilsitz 18, wie aus Fig. 3 ersichtlich, kombiniert sein. Die genaue Form und Tiefe dieser Vertiefungsbildungseinrichtungen 14, 16 oder 18 ist bis zu einem gewissen Ausmaß frei wählbar, wie sich aus der weiter unten stehenden Beschreibung ergibt.

Die nach außen gerichtete Oberfläche 12 ist außerdem mit absichtlich gebildeten Nuten oder Kanälen 20 versehen, die derart angeordnet und ausgebildet sind, daß sie in einem bestimmten ausgewählten Muster Abdichtungseinrichtungen 22 aufnehmen, die ihrerseits eine Reihe abgegrenzter Zonen bilden. Die Dichtungen 22 sind lösbar in die Kanäle 20 eingesetzt, vorzugsweise dort durch die Reibung der leicht zusammengepreßten und eingesetzten Dichtungen 22 gehalten. Die Dichtungen 22 können aus einem

Material wie beispielsweise Hartgummi von 40^o - 50^o Shorehärte bestehen, das bei Bedarf zermahlen bzw. geschliffen werden kann. Statt dessen kann auch ein Hartgummi in Kombination mit einem sehr viel weicheren schaumähnlichen Gummi gebunden werden, das in die Kanäle 20 eingesetzt ist. In jedem Fall weist die Abdichteinrichtung 22 eine Elastizität auf, die ein leichtes Anpassen sowie Abdichten gegenüber der zugehörigen Oberfläche eines Werkstückes ermöglicht, das an der Oberfläche 12 gehalten oder gelagert ist. Die entsprechende zugehörige Oberfläche des Werkstückes weist häufig ebenfalls Unvollkommenheiten auf, die den aus Fig. 1 ersichtlichen Unvollkommenheiten 14 ähnlich sind und in Kombination zusammen mit den in der Oberfläche 12 vorliegenden Unvollkommenheiten 14 einen Zwischenraum oder eine Höhlung ergeben, aus der die Luft dann evakuiert wird. Wenn daher ein Werkstück auf das Bodenteil 10 gelegt bzw. gesetzt wird, drückt es die Dichtungen 22 wenigstens teilweise zusammen. Die entsprechende Oberfläche des Werkstückes muß wenigstens eine der oben erwähnten abgegrenzten Zonen abdecken, wobei sie mit der Oberfläche 12 sowie mit der hierin enthaltenen Vertiefungsbildungseinrichtung zusammenwirkt und eine Druckkammer 24 bildet. Es ergibt ^{sich} in jedem Fall dann eine Druckkammer 24, wenn die entsprechende Oberfläche des Werkstückes eine der abgegrenzten Zonen vollständig abdeckt. Demgemäß bildet auch die zugehörige Oberfläche des Werkstückes eine Fläche oder Wand jeder derart geformten Druckkammer 24. Wie aus Fig. 1 ersichtlich, wird die Druckkammer 24 wenigstens zum Teil durch die wahllos verlaufenden oder in ihrem Verlauf absichtlich gewählten Riefen oder Unvollkommenheiten 14 gebildet. Gemäß Fig. 2 wird die Druckkammer 24 größtenteils durch die maschinell hergestellte Ausnehmung 16 gebildet. Demgegenüber bildet bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 der Raum oberhalb des kegelförmigen Ventilsitzes 18 den überwiegenden Teil dieser Druckkammer 24. In jedem dieser Fälle ergibt sich die Ausbildung einer

Druckkammer, aus der Luft abgesaugt werden soll, lediglich aufgrund derjenigen abgegrenzten Zonen, die vollständig von der zugehörigen Werkstückoberfläche, die den die hier in Rede stehende abgegrenzten Zone begrenzenden Abdichtungen 22 anliegt, abgedeckt sind.

Unabhängig von ihrer jeweils besonderen Ausbildung ist jede abgegrenzte Zone und/oder Druckkammer 24 mittels eines Durchlasses 26 mit einer Verteilerkammer 28 in einem Sockel 30 verbunden, wie aus Fig. 4 ersichtlich. Es ist von Vorteil, den Sockel 30 als große Kammer, die evakuiert werden kann, in der Nähe der Durchlässe 26 vorzusehen. Der sich aus solch einer Ausbildung ergebende Vorteil liegt darin, daß jeder mögliche Luftleckverlust an den Abdichtungen 22, die mit der zugehörigen Oberfläche des am Bodenteil 10 gehaltenen Werkstückes in Eingriff stehen, auf ein Minimum reduziert wird. Wie aus Fig. 5 ersichtlich, ist es statt dessen auch möglich, ein Bodenteil 32 mit Nuten und Kanälen 34, 36 vorzusehen, die untereinander verbunden sind und mit einer Unterdruckquelle, beispielsweise einer Vakuumpumpe, verbunden werden können. Aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit ist der in Fig. 4 und 5 gezeigte Sockel 30 oder 32 bei den Ausführungsformen gemäß Fig. 1 bis 3 nicht dargestellt. Wie insbesondere aus Fig. 4 ersichtlich, ist die Bodenabdeckplatte 10 mit dem Sockel 30 abgedichtet verbunden. Selbstverständlich kann an wenigstens einem Auslaß der Verteilerkammer 28 eine sogenannte "Schnellverbinderkupplung" vorgesehen werden. Mit diesen Kupplungen ist es möglich, den Sockel 30 und insbesondere die Verteilerkammer 28 schnell mit einer Unterdruckquelle in Form eines Sauggebläses, einer Vakuumpumpe oder dergleichen zu verbinden oder hiervon zu trennen. Bei den beschriebenen Ausführungsformen kann es jedoch genügen, die Unterdruckquelle direkt oder aber unter Zwischenschaltung eines weiteren Teils, beispielsweise einer Venturidüse, wirken zu lassen, um hierdurch in der Verteilerkammer 28 einen Unterdruck zu erzeugen und aufrecht zu erhalten. Das Ausmaß des in der

Verteilerkammer 28 erzeugten Unterdruckes oder Vakuums ist eine Funktion von mehreren Veränderlichen, die weiter unten kurz erläutert werden.

Aus Fig. 1 bis 4 ist deutlich der Strömungsverbindungsweg von jeder Druckkammer 24 über die Drosseleinrichtung und die Durchlässe 26 zur Verteilerkammer 28 gemäß Fig. 4 ersichtlich. Wenn die Verteilerkammer 28 oder ihr entsprechender Kanal 36 gemäß Fig. 5 an eine Vakuumpumpe angeschlossen wird, so kann diese Vakuumpumpe in der Verteilerkammer einen Unterdruck erzeugen. Wie schon erwähnt, war es bisher in vielen Fällen erforderlich, die Lage eines in den Nuten 20 angeordneten Abdichtstreifens erneut zu korrigieren und an aufeinander folgende Werkstücke anzupassen, die unterschiedliche Größe und/oder Form aufwiesen. Diese Lagekorrektur war erforderlich, damit zwischen einer Druckkammer, deren Form und Größe entsprechend der Form oder Größe des Werkstückes schwankte, und zwischen der Atmosphäre ein ausreichend hohes Vakuum oder ein Druckunterschied erzeugt werden konnte. Mittels der Kräfte, die sich aus diesem Druckunterschied ergaben, wurde das Werkstück an seinem Platz gehalten. Die Lagekorrektur der Abdichtung ist jedoch äußerst zeitraubend. Sie trägt außerdem zu einer bedeutend erhöhten Abnutzung der Abdichtung bei und erzeugt ernstliche Schwierigkeiten im Hinblick auf eine leistungsfähige Produktion, wenn bekannte Vakuumeinspannvorrichtungen dazu verwendet werden, um Werkstücke zu halten, die durch Werkzeugmaschinen bearbeitet oder behandelt werden sollen.

Der Gedanke, ein Vakuum zu verwenden, um ein Werkstück in seiner Lage zu halten, ist immer unabdingbar damit verbunden gewesen, daß das Vakuumsystem im maximal möglichen Ausmaß luftdicht gegenüber der Atmosphäre abgedichtet werden muß. Demgegenüber werden bei der

Erfindung jedoch bewußt viele Durchlässe zur Atmosphäre hin offengelassen; jeder Durchlaß ist jedoch mit einer Strömungsbeschränkungseinrichtung, d. h. einer Drosseleinrichtung, versehen, die lediglich eine sehr kleine gesteuerte Luftmenge durchströmen läßt. Aufgrund dieser Anordnung werden die vorerwähnten Schwierigkeiten, die mit der luftdichten Abdichtung des gesamten Systems gegenüber der Atmosphäre verbunden waren, vollständig beseitigt. Weiterhin ist die kostenaufwendige Totzeit der bekannten Vakuum einspannvorrichtungen beseitigt, die bisher erforderlich war, um die Lagekorrektur eines Abdichtstreifens oder das Schließen und Öffnen eines Zweipunktventils zu ermöglichen, d. h. eines Ventils, das entweder vollständig geöffnet oder vollständig geschlossen war. Die Erfindung weist daher entscheidende Vorteile auf.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist daher eine Luftströmungs-Drosselungseinrichtung 40 vorgesehen, die mit jedem der Durchlässe 26 in Verbindung steht. Jeder der abgegrenzten Zonen, die durch das Muster, in dem die Abdichtungen 22 und die Kanäle 20 vorgesehen sind, gebildet sind, ist ein Durchlaß 26 zugeordnet. Die Drosseleinrichtung 40 kann im Durchlaß 26 an derjenigen Stelle angeordnet sein, an welcher der Durchlaß 26 in jede abgegrenzte Zone mündet. Aus Fig. 7 bis 11 sind zwei bevorzugte Ausführungsformen ersichtlich. Die Drosselungseinrichtung 40 ist speziell derart ausgebildet, daß die Luftmenge, die hindurchgeleitet werden kann, auf ein gesteuertes berechenbares Volumen begrenzt wird. Dieser gesteuerte Luftmengenstrom durch sämtliche Durchlässe 26 hindurch weist ein Gesamtvolumen auf, welches das volumetrische Leistungsvermögen einer vorgegebenen Vakuumpumpe, eines Sauggebläses oder dergleichen, das beispielsweise in $\text{m}^3/\text{min.}$ ausgedrückt wird, nicht überschreitet. Die gesteuerte Luftmenge ist andererseits ausreichend groß, um innerhalb jeder abgegrenzten Zone, die nach

ihrer Abdeckung durch eine entsprechende Werkstückoberfläche in eine Druckkammer verwandelt worden ist, einen Unterdruck zu erzeugen und aufrecht zu erhalten. Der in einer derart gebildeten Druckkammer erzeugte Unterdruck bildet ein Druckgefälle gegenüber der Atmosphäre, wodurch ein Werkstück fest an seinem Platz gehalten und befestigt wird. Dies ergibt sich unabhängig davon, ob die entsprechende Werkstückoberfläche sämtliche oder lediglich einige wenige abgegrenzte Zonen abdeckt. Hierdurch ist außerdem die Verwendung auch einer nicht absolut vollkommenen Abdichtung möglich, die durch die mit der entsprechenden Werkstückoberfläche in Eingriff stehenden Abdichtungen 22 gebildet ist. Das bedeutet mit anderen Worten, daß es ohne Bedeutung ist, wenn viele abgegrenzten Zonen und Durchlässe 26 direkt mit der Atmosphäre in Verbindung stehen. Die Drosselungseinrichtung 40 in jedem Durchlaß 26 erfüllt dabei weiterhin immer noch ihren Zweck, die durchströmende Luftmenge auf ein Gesamtvolumen zu begrenzen, da kleiner ist als das volumetrische Leistungsvermögen der bei der jeweiligen Vorrichtung verwendeten Vakuumpumpe. Dieses Gesamtvolumen der Luftströmung wird auf ein gesteuertes Volumen begrenzt, das berechenbar ist und es immer noch ermöglicht, daß diejenigen abgegrenzten Zonen, die von einer zugehörigen Werkstückoberfläche abgedeckt und daher in eine Druckkammer umgewandelt sind, ausreichend stark evakuiert werden, so daß sich beträchtliche Druckkräfte entwickeln, welche das Werkstück in seiner Lage halten.

Bei den Ausführungsformen gemäß Fig. 1 und 2 besteht die Drosselungseinrichtung 40 aus einem Stopfen 42 aus porösem Material. Dieses poröse Material ist vorzugsweise ein rostfreier, poröser Sinterstahl mit einer mittleren Porengröße in der Größenordnung von etwa 5 - 10 Mikron. Der Stopfen 42 ist in der Draufsicht kreisförmig und weist einen Durchmesser von etwa 3,18 mm sowie eine Dicke von etwa 1,59 mm auf.

Bei einem versuchsweise ausgeführten Prototyp einer Ausführungsform der Erfindung wurde eine Vakuumeinspannvorrichtung von etwa 12,7 cm Breite und 25,4 cm Länge hergestellt und derart ausgebildet, daß sie sich zur Verwendung bei einer Schleifmaschine eignete. Bei dieser besonderen Ausführungsform waren 28 abgegrenzte Zonen und Einsätze 42 vorgesehen. Jeder Stopfen 42 hatte einen durchschnittlichen Durchmesser von etwa 3,18 mm sowie eine Dicke von 1,59 mm und war aus porösem, rostfreiem Sinterstahl der Güte "H" und des Typs 316 L gefertigt. Dieses besondere poröse Material ist im Handel erhältlich. Der verwendete spezielle Prototyp wurde entsprechend den Merkmalen der aus Fig. 4 ersichtlichen Ausführungsform konstruiert. Die Vakuumverteilerkammer 28 wurde an eine Vakuumpumpe mit einem volumetrischen Leistungsvermögen von etwa $0,113 \text{ m}^3/\text{min.}$ angeschlossen, um ein Vakuum von maximal etwa 71,1 cm Quecksilber-Säule zu erzeugen. Wenn bei eingeschalteter Vakuumpumpe sämtliche 28 abgegrenzten Zonen und Einsätze 42 zur Atmosphäre hin offen waren, ergab sich ein Druckabfall, d. h. ein Vakuumverlust, von 71,1 cm Quecksilber-Säule auf 66,0 cm Quecksilber-Säule. Solch ein Druckverlust hat jedoch beim Betrieb dieser Art einer Vakuumeinspannvorrichtung keinerlei nachteilige Wirkungen.

Anstelle des rostfreien Sinterstahls 316 L können selbstverständlich auch andere poröse Materialien verwendet werden. So sind beispielsweise die folgenden porösen Materialien normalerweise im Handel in Form poröser Metallbleche erhältlich: Inconel, Monel, Nickel, rostfreier Stahl 347, rostfreier Stahl 410, Silber, Kupfer, hochlegierte Nickel-Molybdän-Legierungen und einige poröse synthetische Polymermaterialien.

Es ist darauf hinzuweisen, daß der Stopfen oder Einsatz 42 aus porösem

Material erfindungsgemäß als Drosselungselement funktioniert, jedoch nicht als Filtermittel, wie nämlich solche poröse Materialien üblicherweise bisher benutzt wurden. Dies ist ein wesentlicher Unterschied, da Filterelemente mit einem minimalen Druckabfall über das Filtermaterial arbeiten sollen; demgegenüber wird der aus porösem Material bestehende Stopfen gemäß der Erfindung absichtlich dazu benutzt, um einen maximalen Druckabfall zu schaffen, wobei gleichzeitig eine beschränkte oder kontrollierte Luftmenge durch das Material strömen kann.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 weist die Drosselungseinrichtung 40 ein selbsteinstellendes Kugelventil auf, bei dem ein kegelförmiger Ventilsitz 18 eine Stahlkugel 44 aufnimmt. Hierbei weisen entweder die Stahlkugel 44 und/oder der Ventil^{sitz} 18 einige Oberflächenunvollkommenheiten auf. Hierdurch kann eine gesteuerte Luftmenge durch diese Drosselungseinrichtung 40 in den Durchlaß 26 strömen, und zwar selbst dann, wenn das Ventil durch die Stahlkugel 44 verschlossen ist. Ein Ventilsitz, der eine abschließende Oberflächenbearbeitung von 32-64 r. m. s. aufwies und zusammen mit einer aus einem Kugellager stammenden 3,18 mm dicken Kugel verwendet wurde, arbeitete zufriedenstellend und hielt ein Werkstück sicher an seinem Platz. Die Luftmenge, die durch die Kugelventilanordnung gemäß Fig. 3 hindurchströmen kann, kann gesteuert werden. So läßt sich leicht experimentell bestimmen, welches Ausmaß an abschließender Oberflächenbearbeitung bei der Kugel 44 oder beim Ventilsitz 18 es einer berechenbaren gesteuerten Luftmenge ermöglicht, an der aufsitzenden Kugel 44 vorbeizuströmen, wobei die Anzahl der bei der jeweiligen Vorrichtung vorhandenen abgegrenzten Zonen, ein vorbestimmter Druckabfall und das Leistungsvermögen in $\text{m}^3/\text{min.}$ einer speziellen Vakuumpumpe oder eines Sauggebläses vorgegeben sind. Diese gesteuerte Menge der Luftströmung reicht aus, um

einen bestimmten Druckabfall zwischen der Atmosphäre und denjenigen abgegrenzten Zonen zu erzeugen, die vollständig von einer entsprechenden Oberfläche des Werkstückes abgedeckt und in eine Druckkammer 24 umgewandelt worden sind, und zwar unabhängig davon, ob tatsächlich sämtliche, lediglich einige wenige oder aber nur eine einzige dieser Kammern abgedeckt sind. Wie aus Fig. 3 ersichtlich, wird die Stahlkugel 44 mittels eines Sprengtringes 46 in ihrer Lage gehalten. Dieser Sprengring ist durch Verklebung, Punktschweißung oder auf andere ähnliche Weise fest mit der Bodenabdeckplatte 10 verbunden.

Die aus Fig. 4 und 5 ersichtlichen abgewandelten Ausführungsformen können in sehr vielen Größen ausgebildet werden. So kann die Vorrichtung beispielsweise zur Verwendung in einer mechanischen Werkstatt ausgebildet werden, um ein relativ kleines Werkstück zum Schleifen, spanabhebenden Bearbeiten, Bohren oder zu einer anderen "Behandlung" dieses Werkstückes sicher in seiner Lage zu halten. Die Oberflächengröße solch einer Vorrichtung beträgt wahrscheinlich weniger als $0,09 \text{ m}^2$, obwohl bei anderen Ausführungsformen die hier in Rede stehende Oberfläche noch sehr viel größere Werte annehmen kann. Bei der Ausführungsform sowohl gemäß Fig. 4 als auch gemäß Fig. 5 ist ebenfalls ein Bodenteil 30 vorgesehen, das bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 eine Vakuumverteilerkammer 28 aufweist. Gemäß Fig. 5 besitzt das Bodenteil 30 eine Bodenplatte 32, die ein Netz untereinander verbundener Kanäle 34 sowie eine im allgemeine in der Mitte der Bodenplatte 32 vorgesehene Vakuumverteilerkammer 36 aufweist. Die Ausführungsform gemäß Fig. 4 stellt eine bevorzugte Ausführungsform dar, bei der die Vakuumverteilerkammer 28 ein großes leeres Gehäuse bildet, dessen Innenvolumen sehr groß ist im Vergleich zu der gesteuerten Luftmenge, die durch die Drosselungseinrichtung 40 und den Durchlaß 26 hindurch in diese Vakuumkammer 28 strömen kann. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn eine großvolumige Vakuumkammer sehr nahe

bei der Drosselungseinrichtung 40 angeordnet ist. Statt dessen kann aber auch die aus Fig. 5 ersichtliche Anordnung verwendet werden, mit der sich ähnliche Ergebnisse erzielen lassen:

Wie schon erwähnt, können die Ausführungsformen gemäß Fig. 4 und 5 in ihrer Größe beträchtlich schwanken, wobei die jeweilige Größe im Belieben des Herstellers oder Benutzers steht. Im einzelnen weist die Vorrichtung jedoch eine Bodenabdeckplatte 50 auf, die bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 abgedichtet mit einem Bodengehäuseelement 52 und bei der Ausführungsform gemäß Fig. 5 abgedichtet mit der Bodenplatte 32 verbunden ist. Diese luftdichte Verbindung wird durch eine Dichtungsscheibe 54 geschaffen. Darüber hinaus ist die nach außen gerichtete Oberfläche der Bodenabdeckplatte 50 mit in einem bestimmten Muster vorgesehenen Nuten oder Kanälen 56 versehen. Diese Nuten oder Kanäle 56 sind derart ausgebildet, daß sie ohne Spiel Abdichteinrichtungen 58 aufnehmen können, die vorzugsweise ähnlich der in Verbindung mit Fig. 1 bis 3 ^{erwähnten} Abdichteinrichtungen 22 konstruiert sind. Genau wie dort wird hier durch die Anordnung der Abdichteinrichtungen 58 in Nuten 56 wenigstens eine abgegrenzte Zone 60 geschaffen. Innerhalb jeder dieser abgegrenzten Zonen 60 ist eine Öffnung oder ein Durchlaß 62 vorgesehen, der sich durch die Bodenabdeckplatte 50 hindurch erstreckt. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 sind diese Durchlässe 62 direkt mit der gehäuseähnlichen Verteilerkammer 28 verbunden, während die Durchlässe bei der Ausführungsform gemäß Fig. 5 über in der Bodenplatte 32 vorgesehenen Nuten oder Kanäle 34 in Strömungsverbindung mit der Vakuumverteilerkammer 36 stehen. Es sind ebenfalls wieder Drosselungseinrichtungen vorgesehen, und zwar in Form von Stopfen oder Einsätzen 64, die aus einem porösen Material bestehen ^{und} in jedem der in eine abgegrenzte Zone mündenden Durchlässe 62 angeordnet sind. Die Einsätze 64 bestehen vorzugsweise aus einem porösen Sintermetall, beispielsweise rostfreiem

Stahl, weisen eine mittlere Porengröße von etwa 5 - 10 Mikron auf und sind etwa 1,59 mm dick. Bei einer größeren mittleren Porengröße ist anzunehmen, daß ein dickerer Einsatz 64, beispielsweise mit einer Dicke, die größer ist als 1,59 mm, erforderlich ist, um den hindurchgehenden Luftstrom auf die zuvor erwähnte gesteuerte Menge zu begrenzen.

Wie schon erwähnt, ist die Gesamtströmungsmenge, die durch die Drosselungseinsätze 64 hindurchströmen darf, kleiner als das volumetrische Leistungsvermögen der verwendeten Vakuumpumpe, des Sauggebläses oder dergleichen, wobei gleichzeitig in jeder Druckkammer, die durch eine mittels einer Werkstückoberfläche abgedeckte abgegrenzte Zone gebildet wird, ein Unterdruck erzeugt wird. Der Druckunterschied zwischen dem Umgebungsdruck und der Druckkammer kann verschiedene Werte annehmen, und zwar in Abhängigkeit von der relativen Größe der erforderlichen Haltekraft. So erfordert beispielsweise ein kleines, jedoch schweres Werkstück lediglich eine geringe Haltekraft, wenn es geschliffen oder poliert werden soll. Das selbe Werkstück benötigt jedoch eine erheblich größere Haltekraft, wenn es auf einer Fräsmaschine oder einer Stoßmaschine spanabhebend bearbeitet wird. In gleicher Weise ist dann, wenn die Berührungsfläche zwischen der entsprechenden Werkstückoberfläche und der Haltefläche der Vorrichtung in einer vertikalen Ebene angeordnet ist, eine größere Haltekraft erforderlich, als wenn bei der gleichen Anordnung diese Berührungsfläche horizontal ausgerichtet ist. Wenn die Schwerkraft unterstützend hinzukommt, kann die durch den Druckunterschied zu erzeugende Haltekraft im Vergleich zu derjenigen erforderlichen Haltekraft reduziert werden, bei der die Schwerkraft nicht unterstützend hinzukommt oder darüber hinaus eine Behinderung darstellt.

Bei den Ausführungsformen gemäß Fig. 4 und 5 ist die nach außen gerichtete Fläche der Bodenabdeckplatte 50 ebenfalls mit Vertiefungen bildenden Einrichtungen versehen. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 5 weisen diese Vertiefungsbildungseinrichtungen die Form bewußt maschinell hergestellter Ausnehmungen 66 auf, während bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 die entsprechende Oberfläche eine gitterartige Struktur besitzt und aus dieser Oberfläche herausragende Rippen aufweist, wobei das allgemeine Erscheinungsbild dieser Oberfläche dem einer Feile oder Raspel ähnelt. Diese Rippen oder Vorsprünge sind in Fig. 4 schematisch durch die gezackte Kante 68 dargestellt. In der Praxis enthält die nach außen gerichtete Oberfläche eine große Anzahl spikesähnlicher Vorsprünge, die sich zur Halterung eines brettähnlichen Holzstückes bei der Produktion von Holzfurnier als sehr wirksam erwiesen haben. Demgemäß kann die Ausführungsform gemäß Fig. 4, wenn sie bei der Herstellung von Holzfurnier Anwendung findet, eine Oberflächengröße aufweisen, die Werte bis zu mehreren dm^2 oder m^2 annimmt. In der Praxis ist eine Vakuumeinspannvorrichtung mit einer Breite von etwa 86,4 cm und einer Länge von etwa 152 cm mit Erfolg zum Schneiden von Holzfurnier verwendet worden. Bei diesem Vorgang wird ein vorgetränkter und behandelter Balken diametral in zwei Hälften zerschnitten, worauf die Schnittfläche beispielsweise durch Hobeln geglättet und sodann auf die Abdichteinrichtung 58 sowie auf die Bodenabdeckplatte 50 gesetzt wird. Hierbei wird die Bodenabdeckplatte 50 als Bett angesehen, auf das der Balken zu setzen ist. Die in Fig. 4 schematisch dargestellten Vorsprünge 68 dringen eine kurze Wegstrecke in die Schnittfläche des Balkens ein und erzeugen einen zusätzlichen Widerstand gegenüber jeglicher möglichen seitlichen Bewegung. Die Abdichteinrichtungen 58 werden etwas zusammengedrückt und wirken mit der Schnittfläche des Balkens sowie mit denjenigen abgegrenzten Zonen 60, die durch diese Schnittfläche abgedeckt sind, derart zusam-

men, daß eine Anzahl Druckkammern gebildet werden. Wenn die Vakuumverteilerkammer 28 mittels einer Schnellverbinderkupplung 70 an eine entsprechende Vakuumpumpe, beispielsweise an ein Sauggebläse oder dergleichen, angeschlossen wird, wird in jeder derart gebildeten Druckkammer ein Unterdruck erzeugt.

Bei der Herstellung von Holzfurnier ist üblicherweise ein "Schneidschnitt" mittels eines Abschneidemessers erforderlich, was im Gegensatz beispielsweise zur Verwendung eines Sägeblattes steht. Durch die Verwendung eines Sägeblattes würde nämlich aufgrund des weggeschnittenen Materials zu viel Abfall anfallen, wobei zu berücksichtigen ist, daß Holzfurnier außerordentlich dünn ist, d. h. eine Dicke von etwa 0,508 - 3,18 mm besitzt. Bei der Durchführung eines Schneidschnittes mit solch einem Scherblatt, d. h. Abschneidemesser, ergibt sich ein beträchtlicher Axialdruck, der seitlich zur Ebene des Bettes gerichtet ist, auf dem der anfänglich halbzyklindrische Balken bzw. das halbzyklindrische Holzscheit liegt. Bei der Durchführung dieser Scherschnitte lassen sich im Anfangsstadium diese seitlich gerichteten Kräfte durch Krampen, Klemmfinger oder dergleichen überwinden, die das Holzscheit fest erfassen. Im weiteren Verlauf des Scherschnittvorganges ist es jedoch bisher immer erforderlich gewesen, den Schneidvorgang dann völlig zum Stillstand zu bringen, wenn sich das Scherblatt diesen Krampen oder Klemmfingern dicht angenähert hat. Der verbleibende Holzstumpf des Scheites mußte an dieser Stelle entfernt und weggeworfen werden, da es keine Möglichkeit gab, ihn an seiner Stelle zu halten. Bei Verwendung der Vorrichtung gemäß Fig. 4 ist dieses Problem auf wirksame Weise beseitigt.

Zu dem Zeitpunkt während des Schneidvorganges, bei dem bisher die verwendeten Krampen oder Klemmfinger entfernt werden mußten, wurde

die Vorrichtung gemäß Fig. 4 an eine Vakuumpumpe oder an eine andere ähnliche Unterdruckquelle angeschlossen. Diese Vorrichtung bildete das Bett, auf welches das halbzyindrische Holzscheit anfänglich gelegt war, bevor mit dem Schneidvorgang begonnen wurde. Die zahlreichen Druckkammern, die durch die viele abgegrenzte Zonen 60 abdeckende Schnittfläche des Holzschaites gebildet waren, wurden durch die Vakuumpumpe luftleer gepumpt, und es wurde in ihnen ein Druckunterschied gegenüber dem Umgebungsdruck erzeugt. Dieser Druckunterschied hielt den verbleibenden Stumpf des Holzschaites fest an der Bettplatte, selbst wenn die früher verwendeten bekannten Klemmfinger nunmehr entfernt waren. Die Vorsprünge 68 trugen zur Überwindung der bei der Betätigung des Scherblattes hervorgerufenen Seitenkräfte bei. Diese Vorsprünge 68 dringen, wie schon erwähnt, in das Holzschait lediglich eine sehr kurze Wegstrecke ein. Mit der beschriebenen Vorrichtung läßt sich daher bei der großindustriellen Herstellung von Holzfurnier eine bedeutende Verbesserung erzielen. Bisher betrug der Abfall, der sich aufgrund des Wegwerfens des verbleibenden Stumpfes des Holzschaites ergab, etwa 5 - 6 % desjenigen Holzschaites, aus dem das Furnier geschnitten wurde. Dieser Betrag stellt die Holzmenge dar, die bisher aufgrund der verwendeten Klemmfinger nicht geschnitten werden konnte. Durch Verwendung der Vorrichtung gemäß der Erfindung wurde dieser Abfall auf etwa 1 % reduziert. Tatsächlich beruht es hauptsächlich auf der natürlichen Porösität des Holzes und der Eindringtiefe der Vorsprünge 68, daß das Furnier nicht auch noch auf eine geringere Tiefe als 1,59 mm - 3,18 mm über der Bettplatte, auf dem das Holzschait gelagert ist, geschnitten werden kann. In der Praxis hat sich jedoch auch noch aus dem letzten an der Bettplatte gehaltenen Holzstück ein brauchbares Furnierstück ergeben.

Bei Versuchen mit einer Vakuumelnspannvorrichtung gemäß der Erfin-

derung, die speziell zur Herstellung von Holzfurnier abgewandelt worden war, war die Vorrichtung gemäß Fig. 4 in einer Größe von etwa 86,4 cm x 152 cm konstruiert worden. Es waren 1.300 abgegrenzte Zonen 60 mit jeweils einem in ihnen vorgesehenen Drosselungseinsatz oder Stopfen 64 gebildet worden, wobei die Einsätze 64 über jeweils einen Durchlaß 62 mit einer Vakuumverteilerkammer 28 und von da aus mit einer Vakuumpumpe verbunden waren. Zur Herstellung der Einsätze 64 mit einem Durchmesser von etwa 3,18 mm und einer Dicke von etwa 1,59 mm wurde ein poröser, rostfreier Sinterstahl Güte "H" verwendet. Die Vorrichtung wurde an eine Vakuumpumpe mit einem volumetrischen Leistungsvermögen von $1,42 \text{ m}^3/\text{min.}$ bei einem Vakuum von maximal etwa 71,1 cm Quecksilber-Säule angeschlossen. Wenn sämtliche abgegrenzten Zonen 60 und Drosselungseinsätze 64 zur Atmosphäre hin geöffnet waren, betrug der Gesamt druckabfall an den Drosselungseinsätzen 64 etwa 25,4 cm Quecksilber-Säule, d. h. ein Druckabfall von einer maximal möglichen Quecksilber-Säule von 71,1 cm auf ein gemessenes Vakuum von 45,7 cm Quecksilber-Säule. Wenn jedoch ein Holzstück auf die Vorrichtung gelegt ist und viele abgegrenzte Zonen 60 abdeckt, ist der Druckabfall sehr viel geringer als der soeben erwähnte Wert von 25,4 cm Quecksilber-Säule. Bei Verwendung in solch einer Vorrichtung ließ sich das Holzfurnier sehr vorteilhaft und wirtschaftlich erzeugen, und zwar einschließlich des letzten auf der Bettplatte verbleibenden Furnierstückes, das dort aufgrund des von der $1,42 \text{ m}^3/\text{min.}$ starken Vakuumpumpe erzeugten Vakuums festgehalten wurde.

Aufgrund zahlreicher Versuche mit der beschriebenen Vorrichtung hat sich herausgestellt, daß eine solche Drosselungseinrichtung zufriedenstellend ihren Zweck erfüllt, die bei einem Druckunterschied in der Größenordnung von etwa 38,1 cm - 68,6 cm Quecksilber-Säule eine Strömungsmenge von etwa $0,283 - 0,566 \text{ dm}^3/\text{min.}$ hindurchläßt.

Wie schon erwähnt, eignet sich die Vorrichtung gemäß der Erfindung für zahlreiche Anwendungsgebiete, bei denen auch schon bisher Vakuum-einspannvorrichtungen verwendet wurden. Es kann daher ebenfalls eine Aufnahmewalze desjenigen Typs konstruiert werden, die häufig bei Druckerpressen verwendet wird. Hierbei weist die Aufnahmewalze eine innere zylindrische Vakuumkammer auf, die über zahlreiche sich radial nach außen erstreckende Durchlässe mit einer entsprechenden Anzahl abgegrenzter Zonen verbunden werden kann, die auf der Außenfläche dieser Aufnahmewalze vorgesehen sind. Die allgemeine Ausbildung und Funktion einer derart konstruierten Aufnahmewalze entsprechen hierbei für die hier in Frage kommenden Zwecke denen der beschriebenen Ausführungsform.

Bei einer weiteren aus Fig. 6 ersichtlichen Ausführungsform 80 ist hierbei eine flexible Saugvorrichtung ähnlich einer Decke vorgesehen. Die Vorrichtung 80 ist in ihrer Struktur und Funktion der Ausführungsform gemäß Fig. 5 sehr ähnlich. Die Oberfläche 82 der Vorrichtung 80 ist verformbar und kann ganz allgemein der Form des anzuhebenden Werkstückes oder eines anderen Gegenstandes angepaßt werden. Die Vorrichtung 80 weist ein Bodenteil 84 auf, das einen federnd verformbaren Körper mit entsprechenden, jedoch nicht dargestellten Verstärkungsteilen besitzt, wodurch ein bis zu mehreren Tonnen schwerer Gegenstand angehoben werden kann. Die schematisch angedeutete Tragvorrichtung 86 ermöglicht sowohl den Durchlaß eines Vakuums als auch die Aufnahme von Kräften, die von dem Gewicht des anzuhebenden Gegenstandes stammen. Die Oberfläche 82 ist zur spielfreien Aufnahme von Abdichteinrichtungen 88 gefurcht oder genutet, wobei die Abdichteinrichtungen 88 mit ihren entsprechenden Nuten in einem bestimmten Muster angeordnet sind, das eine Vielzahl von abgegrenzten Zonen 90 bildet. Jede dieser Zonen 90 besitzt eine Ausnehmung 92, die bewußt dort ausgebildet und über einen entspre-

chenden Durchlaß mit Verbindungskanälen in Verbindung steht, die zur Unterdruckquelle in Form einer Vakuumpumpe, eines Sauggebläses oder dergleichen führen. Diese Durchlässe, Kanäle sowie die Unterdruckquelle weisen ganz allgemein dieselbe Konstruktion und Funktion wie die entsprechenden Teile bei der Vorrichtung gemäß Fig. 2 oder 5 auf. Genau wie bei diesen zuvor beschriebenen Ausführungsformen weist jeder der in den Ausnehmungen 92 vorgesehenen Durchlässe bei der Ausführungsform gemäß Fig. 6 eine in ihm angeordnete Drosselungseinrichtung auf. Diese in der Zeichnung schematisch dargestellte Drosselungseinrichtung 94 besteht vorzugsweise aus einem Einsatz aus porösem Metall. Gemäß der Erfindung kann durch jeden Einsatz 94 lediglich eine gesteuerte Luftmenge hindurchströmen, wobei die Gesamtströmungsmenge, die durch diese auf der gesamten Oberfläche 82 der Vorrichtung 80 vorhandenen Einsätze 94 strömt, geringer ist als das volumetrische Leistungsvermögen der Vakuumpumpe oder des Sauggebläses, an das die Vorrichtung anschließbar ist. Weitere Konstruktionsdetails der Hebevorrichtung 80 werden hier nicht angeführt, da diese Vorrichtung ansonsten bekannt und im Handel erhältlich ist.

In Fig. 7 bis 11 A sind zwei bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung dargestellt. Die Anordnung gemäß Fig. 7 bis 9 eignet sich hierbei besonders dazu, um brettähnliche Holzstücke zur Herstellung von Holzfurnier sicher an ihrem Platz zu halten. Demgegenüber können die bevorzugten Ausführungsformen gemäß Fig. 10, 11 und 11 A in einer mechanischen Werkstätte verwendet werden, in der ein Werkstück sicher an seinem Platz zu halten ist.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 7 bis 9 ist ein Vakuumbett 100 vorgesehen, das in der Zeichnung lediglich zum Teil dargestellt ist. In diesem speziellen Fall weist das Vakuumbett 100 eine etwa 30,48 cm lange und 5,08 cm breite Aluminiumplatte 102 auf. Die Dicke der Aluminium-

platte 102 kann davon abhängen, ob ein Sockel bzw. ein Bodenteil gemäß der Ausführungsform in Fig. 5 oder in Fig. 4 verwendet wird. Im vorliegenden Fall wurde eine der aus Fig. 5 ersichtlichen Ausführungsform ähnliche Anordnung verwendet, wobei die Aluminiumplatte 102 eine Dicke von etwa 1,9 cm aufwies. Die Platte 102 weist eine Vielzahl von Löchern 104 auf, die sowohl in Längs- als auch in Querrichtung der Platte 102 in regelmäßigen Abständen voneinander in die Platte 102 gebohrt sind. Jede Öffnung oder Bohrung 104 besitzt ein Innengewinde 106 und steht mit einer Reihe von Kanälen 108 in Verbindung, die sich in Seitenrichtung und Längsrichtung auf einer Fläche 110 der Platte 102 erstrecken. Diese längs und seitlich verlaufenden Kanäle 108 bilden eine Verteilerkammer, die mittels einer nicht dargestellten Schnellverbinderkupplung an eine Unterdruckquelle angeschlossen werden kann. Eine Gegenplatte 112 bildet einen Teil des Rahmens, an dem das Vakuumbett 100 mittels beispielsweise Bolzen, Nieten oder anderen Befestigungsmitteln dieser Art befestigt ist. Die der Fläche 110 gegenüberliegende Fläche der Platte 102 ist mit einem nachgiebigen Bogen oder einer Bahn 114 aus Abdichtmaterial abgedeckt, die zur Schaffung eines bestimmten Musters von Öffnungen 116 eingeschnitten, gestanzt oder auf andere Weise mit Öffnungen versehen ist. Es ist vorteilhaft, die Bahn 114 derart auszubilden, daß sich auf der nach außen gekehrten Seite eine Hartgummischicht 118 befindet, unterhalb der eine dickere und weichere schaumähnliche Schicht 120 liegt. Die gesamte Bahn 114 ist mittels Klebstoff oder dergleichen fest mit der Aluminiumplatte 102 verbunden. Diejenigen Teile der nachgiebigen Bahn 114, die nach der Herstellung der Vielzahl der Öffnungen 116 verbleiben, bilden eine entsprechende Vielzahl abgegrenzter Zonen. Wie aus Fig. 7 ersichtlich, umgibt jede abgegrenzte Zone eine der in der Aluminiumplatte 120 vorgesehenen Gewindeöffnungen 104. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform weist die 30,48 cm lange und 5,08 cm breite Aluminiumplatte 102 etwa 2.750 Öffnungen und abgegrenzte Zonen auf.

Jede Gewindeöffnung 104 ist mit einem Stopfen 130 versehen, der ein entsprechendes Gewinde besitzt. Jeder Gewindestopfen 130 weist eine Sacköffnung 132 auf, die sich in Längsrichtung zum Stopfen 130, vorzugsweise koaxial hierzu, erstreckt. Wie aus Fig. 9 ersichtlich, weist der Stopfen 130 einen sogenannten inneren Abschnitt, an dem sich das Gewinde 134 befindet, sowie einen äußeren Abschnitt 136 auf, der als sechseckige Mutter ausgebildet ist und einen wirksamen Durchmesser besitzt, der größer ist als derjenige des Gewindeabschnittes 134. In dem vergrößerten Abschnitt 136 ist eine querverlaufende Sacköffnung 138 vorgesehen, die mit der sich längs erstreckenden Sacköffnung 132 in Verbindung steht. Aus Gründen der leichteren Herstellung empfiehlt es sich, die Sacköffnung 138 derart anzuordnen, daß sie senkrecht zur Achse des Gewindestopfers 130 verläuft. Die Stirnfläche des sechseckigen Abschnittes 136 weist einen Vorsprung 140 auf, der ebenfalls wieder aus Gründen der leichteren Herstellung vorzugsweise eine konische Form besitzt. Selbstverständlich können jedoch auch Vorsprünge von anderer Form verwendet werden.

In der querverlaufenden Sacköffnung 138 ist ein Drosselungseinsatz 144 aus porösem Material befestigt. Wie schon bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen ist der Einsatz 144 vorzugsweise aus porösem, rostfreiem Sinterstahl gefertigt, der eine mittlere Porengröße in der Größenordnung von etwa 5 - 10 Mikron aufweist. Aus Fig. 7 und 8 wird deutlich, daß der Gewindestopfen 130 mittels des sechseckigen Abschnittes 136 leicht in die Gewindeöffnung 104 eingeschraubt werden kann. Wenn dies erfolgt ist und der Stopfen 130 einen festen Sitz aufweist, ist es unter keinen denkbaren Umständen möglich, daß sich zwischen der Öffnung 116 und dem Gewindedurchlaß 104 - selbstverständlich mit Ausnahme des Drosselungseinsatzes 144 - eine Strömung ergibt. Die üblicherweise senkrechte Anordnung des porösen Einsatzes 144 weist den Vorteil auf,

daß dieser Einsatz 144 nicht beschädigt werden kann, wenn ein Stück Bauholz oder Nutzholz auf die Bettplatte 102 gesetzt wird. Hierbei drückt sich wie bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 der nachgiebige Bogen 114 aus abdichtendem Material leicht zusammen und bildet zusammen mit der Oberfläche des gehaltenen Werkstückes einen relativ luftdichten Abschluß. Dabei dringt der an jedem der Stopfen 130 vorgesehene konische Vorsprung 130 etwas in das Holzstück ein, von dem Holzfurnierstücke abgeschnitten werden sollen. Die Ebene, in der sich die Oberfläche des das Holz tragenden Vakuumbettes 100 befindet, ist im allgemeinen vertikal ausgerichtet. Demgemäß tragen die Vorsprünge 140 dazu bei, das Holz, d. h. das Werkstück sicher an seinem Platz zu halten. Der sich im einzelnen beim Schneiden der Holzfurnierstücke ergebende Vorgang wurde schon in Verbindung mit der Ausführungsform gemäß Fig. 4 beschrieben.

Es wurde mit äußerst großem Erfolg ein 30,48 cm langes und 5,08 cm breites Vakuumbett 100 verwendet, wobei 2.750 Öffnungen mit jeweils einem Drosselungseinsatz 144 in jeder Öffnung 116 vorgesehen waren und das Vakuumbett 100 mit dem federnd nachgiebigen Bogen 114 aus abdichtendem Material verbunden war. Die gesamte Anordnung wurde an eine Vakuumpumpe mit einem Leistungsvermögen von $1,42 \text{ m}^3/\text{min.}$ und einer Vakuumleistungsfähigkeit von etwa 66,0 - 68,6 cm Quecksilber-Säule angeschlossen. Wenn sämtliche 2.750 Öffnungen über die Drosselungseinsätze 144 direkt mit der Atmosphäre verbunden waren, betrug das durch die $1,42 \text{ m}^3/\text{min.}$ starke Pumpe erzeugbare Vakuum 38,1 cm Quecksilber-Säule. Ein Holzscheit wurde zuerst diametral zerschnitten und sodann zur Schaffung einer gleichmäßigen Oberfläche etwas gehobelt; dieses derart bearbeitete Holzscheit wurde sodann auf die aus Abdichtmaterial bestehende Bahn 114 gelegt. Es ist jedoch zu vermuten, daß sich hinsichtlich der Wirksamkeit der Abdichtung, die durch die nachgiebige Abdichtbahn 114 zusammen mit der geschnittenen Oberfläche

des Holzstückes gebildet ist, keine sehr großen Unterschiede bei Verwendung eines grobzersägten Holzscheites mit rauher Oberfläche ergeben. Im vorliegenden Fall betrug bei Verwendung eines kleinen, 20,32 cm langen und 38,10 cm dicken Holzscheites das durch die $1,42 \text{ m}^3/\text{min.}$ starke Pumpe abgesaugte minimale Vakuum 45,72 cm Quecksilber-Säule. Bei Verwendung eines größeren Holzscheites, nämlich eines 27,94 cm langen und 50,80 cm dicken Holzscheites, betrug das erzeugte Vakuum 53,3 cm Quecksilber-Säule. Das in diesen beiden Fällen jeweils erzeugte Vakuum oder der Unterdruck reichte vollkommen aus, um vom Holzschleif, d. h. dem hier zur Rede stehenden Werkstück, auf zufriedenstellende Weise Holzfurnierstücke abzuschneiden.

Die aus Fig. 10, 11 und 11 A ersichtliche Ausführungsform eignet sich in erster Linie zur Verwendung in Verbindung mit Werkzeugmaschinen. Hierbei zeigt Fig. 10 und 11 eine kleine Vakuumeinspannvorrichtung 150, deren jeweilige Seitenlänge etwa 10,16 cm beträgt. Im Gegensatz zu der Ausführungsform gemäß Fig. 7 weist die Vakuumeinspannvorrichtung gemäß Fig. 10 und 11 eine vorzugsweise aus Aluminium gefertigte Platte 152 auf, die an ihrer einen Oberfläche maschinell bearbeitet wurde, um einen kreisförmigen Kanal 154 zu schaffen. In diesem Kanal 154 ist fest, jedoch lösbar ein hohles Gummirohr in Form eines O-Ringes 156 angeordnet. Wie aus Fig. 10 ersichtlich, ist der Durchmesser des O-Ringes 156 etwas größer als die Tiefe des Kanals 154, so daß ein Teil des Gummirohres 156 über die Oberfläche der Platte 152 hinausragt. Das hat zur Folge, daß ein auf diese Oberfläche gesetztes Werkstück mit dem Gummirohr 156 in dichtem Eingriff steht. Die Breite des Kanals 154 weist einen größeren Wert als der Durchmesser des O-Ringes 156 auf. Hierbei liegt der O-Ring 156 an der seinem Innendurchmesser entsprechenden Stelle dicht an der entsprechenden Wand des Kanals 154 an, während auf der gegenüberliegenden Seite an der dem

Außendurchmesser des O-Rings 156 entsprechenden Stelle ein bestimmter freier Raum vorhanden ist.

Wie schon bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen bildet das Gummirohr oder der O-Ring 156 eine abgegrenzte Zone, in deren Mittelbereich eine sich vollständig durch die Platte 152 erstreckende Öffnung 158 vorgesehen ist. Die Öffnung 158 weist einen Teil 160 mit einem größeren Durchmesser sowie eine Senkbohrung 162 auf. In der kleineren Öffnung 162 ist ein Drosselungseinsatz 164 vorgesehen, der dazu dient, die durchströmende Luftmenge auf ein gesteuertes Volumen zu begrenzen. Die Öffnung 160 steht mit einer gehäuseähnlichen Verteilerkammer 166 in Verbindung, die derjenigen der aus Fig. 4 ersichtlichen Ausführungsform sehr ähnlich ist. Statt dessen kann selbstverständlich auch eine der Ausführungsform gemäß Fig. 5 ähnliche Anordnung verwendet werden, jedoch ergeben sich bestimmte Vorteile, wenn eine in der Nähe des Drosselungseinsatzes 164 angeordnete großvolumige Vakuumverteilerkammer verwendet wird. Wie schon bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen sind die Einsätze 164 vorzugsweise aus porösem Sinterstahl gefertigt, der eine mittlere Porengröße in der Größenordnung von etwa 5 - 10 Mikron aufweist.

Bei der aus Fig. 11 A ersichtlichen abgewandelten Ausführungsform weist eine größere Vakuumespannvorrichtung Kanäle 154 sowie Abdichteinrichtungen in der Form von O-Ringen 156 auf, die dort versetzt angeordnet sind. Jede Abdichteinrichtung 156 bildet ebenfalls eine abgegrenzte Zone, in deren Mitte eine Öffnung mit einem Drosselungseinsatz 164 vorgesehen ist. Oberflächenunebenheiten sowohl im Werkstück als auch in der oberseitigen Fläche der Platte 152 reichen normalerweise, wie in Verbindung mit der Ausführungsform gemäß Fig. 1 beschrieben, zur Bildung einer Vakuumkammer aus, obwohl es selbstverständlich, falls

erwünscht, möglich ist, bewußt Vertiefungen vorzusehen.

Bei Verwendung einer Anordnung gemäß Fig. 10 und 11 A, wobei eine Platte 152 in der Größe von 91,4 cm x 122 cm vorgesehen war, wurde eine Pumpe mit einem volumetrischen Leistungsvermögen von $0,326 \text{ m}^3/\text{min.}$ angeschlossen und in Betrieb gesetzt. Mit dieser Pumpe war die Erzeugung eines Vakuums von etwa 66,0 - 68,6 cm Quecksilber-Säule möglich. Wenn alle abgegrenzten Zonen unbedeckt waren, wurde durch die Pumpe ein Vakuum von etwa 48,26 cm Quecksilber-Säule geschaffen. Nachdem über eine bestimmte Anzahl der abgegrenzten Zonen ein $102 \text{ cm} \times 76,2 \text{ cm}$ großes Aluminiumstück gelegt worden war, ergab sich ein Vakuum von etwa 58,4 cm Quecksilber-Säule. Das aus Aluminium bestehende Werkstück wurde darauf maschinell bearbeitet, wobei ein öllösliches Kühlmittel verwendet wurde, das etwas dazu neigte, den Drosselungseinsatz 164 zuzusetzen bzw. zu verstopfen. Das hatte zur Folge, daß das Vakuum von 58,4 cm Quecksilber-Säule auf etwa 63,5 cm Quecksilber-Säule anstieg. Nach Beendigung des Bearbeitungsvorganges wurde das Werkstück entfernt und Preßluft in umgekehrter Richtung durch den Drosselungseinsatz 164 geblasen, um den Einsatz vollständig zu reinigen und sämtliche öllöslichen Rückstände sowie Metallspäne zu entfernen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum lösbaren Befestigen bzw. Haltern eines Werkstückes in einer gewünschten Lage mit einem Bodenteil, an dessen einer Oberfläche das Werkstück lagert, mit einer an dieser Oberfläche in einem bestimmten Muster angeordneten Abdichteinrichtung zur Bildung einer Vielzahl abgegrenzter Zonen und mit einer im Bodenteil vorgesehenen Durchlaßeinrichtung, die zum Anschluß an unteratmosphärischen Druck mit einer Unterdruckquelle verbindbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Oberfläche (12) des Bodenteils (10) in jeder abgegrenzten Zone eine Vertiefungen bildende Einrichtung (14, 16, 68) vorgesehen ist, die zur Bildung einer Druckkammer (24) mit der Abdichteinrichtung (22) sowie mit einem die Abdichteinrichtung berührenden und wenigstens eine der Zonen bedeckenden Werkstück zusammenwirkt und mit der Durchlaßeinrichtung (26, 62) in Strömungsverbindung steht, und daß in jeder Durchlaßeinrichtung eine Einrichtung (40, 64, 94, 144) zur Drosselung des Luftstromes angeordnet ist, die, unabhängig davon, ob alle Zonen auf der Bodentelloberfläche vom Werkstück abgedeckt sind, kontinuierlich eine gesteuerte, zur Aufrechterhaltung des Unterdruckes in jeder Druckkammer ausreichende Luftmenge hindurchläßt, wobei das Gesamtvolumen der durch sämtliche Drosseleinrichtungen hindurchgeleiteten gesteuerten Luftmenge geringer ist als das volumetrische Leistungsvermögen der Unterdruckquelle.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bodenteil (84) an die Form der mit ihm zusammenwirkenden Werkstückoberfläche anpaßbar ist und aus einer verformbaren Bahn aus nachgiebigem Material besteht, die verbiegbare Verstärkungen aufweist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bodenteil (10, 50, 152) ein starres Plattenelement aufweist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die auf der Oberfläche (12) des Bodenteils (10) vorgesehene Vertiefungsbildungseinrichtung aus Oberflächenunebenheiten (14) besteht, die jeweils über die Drosselungseinrichtung (40) mit der Durchlaßeinrichtung (26) in Verbindung stehen.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselungseinrichtung (40) ein Stopfen aus porösem Material ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselungseinrichtung (40) ein Einsatz (42) aus rostfreiem Sinterstahl mit einer mittleren Porengröße in der Größenordnung von etwa 5 - 10 Mikron ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, insbesondere nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselungseinrichtung eine sich durch das Plattenelement (50) hindurch erstreckende Öffnung (62) aufweist, deren Länge etwa das 25-fache ihres lichten Durchmesser beträgt und deren lichter Durchmesser derart gewählt ist, daß die durch die Öffnung strömende Luftmenge, unabhängig davon, ob alle abgegrenzten Zonen auf der Oberfläche von einem Werkstück abgedeckt sind, auf das gesteuerte Volumen beschränkt ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselungseinrichtung eine Ventilanordnung (18, 44) aufweist, mittels der die durchströmende Luftmenge unabhängig davon, ob alle abgegrenzten Zonen auf der Oberfläche von dem Werkstück abgedeckt sind, auf ein zur Erzeugung und Aufrechterhaltung eines Unterdruckes in jeder Druckkammer (24) ausreichend großes gesteuertes Volumen begrenzbar ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungsbildungseinrichtung aus einer Anordnung maschinell hergestellter Ausnehmungen (16, 66) besteht, von denen jeweils eine in jeder abgegrenzten Zone angeordnet ist und fest einen Stopfen (42, 64) aus porösem Material zur Begrenzung der durchströmenden Luftmenge auf das gesteuerte Volumen aufnimmt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an der Oberfläche des Bodenteils unterhalb der Abdichteinrichtung ein poröses, rostfreies Sinterstahlblech mit einer mittleren Porengröße von etwa 5 Mikron befestigt ist, bei dem ausgewählte Bereiche in einem zur Anordnung der hiermit zusammenwirkenden Abdichteinrichtung identischen Muster mit undurchlässigem harzigem Material getränkt sind, wobei die verbleibenden Bereiche innerhalb jeder derart gebildeten abgegrenzten Zone zum Durchlaß der gesteuerten Luftmenge mit einer Durchlaßeinrichtung in Verbindung stehen.

11. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselungseinrichtung einen kegeligen Ventilsitz (18) aufweist, der eine Ventilkugel (44) aufnimmt und wenigstens eine Riefe besitzt, durch die unter Beibehaltung des Unterdruckes in der Druckkammer (24) die gesteuerte Luftmenge strömt, unabhängig davon, ob alle Zonen auf der Oberfläche vom Werkstück abgedeckt sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchlaßeinrichtung eine Gewindeöffnung (104) aufweist, die einen Gewindestopfen (130) mit einem sich durch dessen Mittelachse erstreckenden Strömungsdurchlaß (132, 138) aufnimmt, wobei im Strömungsdurchlaß in einer zur Achse des Stopfens parallelen Ebene ein als Drosselungseinrichtung dienender Einsatz (144) aus porösem Material angeordnet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Gewindestopfen (130) einen Vorsprung (140) aufweist, der mit der Oberfläche eines eine abgegrenzte Zone abdeckenden Werkstückes zusammenwirkt und eine Hilfskraft erzeugt, welche die durch das Vakuum erzeugten Druckkräfte beim Halten des Werkstückes in seiner Lage unterstützt.

14. Verfahren zum lösbaren Haltern eines Werkstückes in einer gewünschten Lage an einem Bodenteil, das in einem bestimmten Muster zur Bildung wenigstens einer abgegrenzten Zone eine Abdichteinrichtung aufweist und in jeder abgegrenzten Zone mit einer Öffnung versehen ist, wodurch diese Zone an eine Unterdruckquelle anschließbar und wodurch das mit seiner Oberfläche wenigstens eine abgegrenzte Zone vollständig abdeckende Werkstück am Bodenteil festlegbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß eine gesteuerte Luftmenge durch eine Drosselungseinrichtung geleitet wird, wobei die Gesamtmenge der durch sämtliche Drosselungseinrichtungen geleiteten Luft kleiner ist als das volumetrische Leistungsvermögen der Unterdruckquelle, wodurch jede durch die Werkstückoberfläche vollständig abgedeckte abgegrenzte Zone weitgehend evakuierbar und hierin ein Druckunterschied gegenüber der Atmosphäre erzeugbar ist, der das Werkstück fest in seiner Lage hält.

49m 3-08 AT: 27.11.1972 OT: 22.11.1973

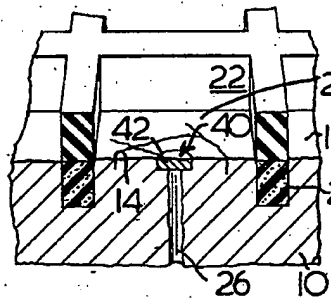


FIG. 1

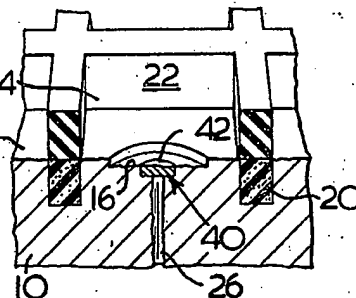


FIG. 2

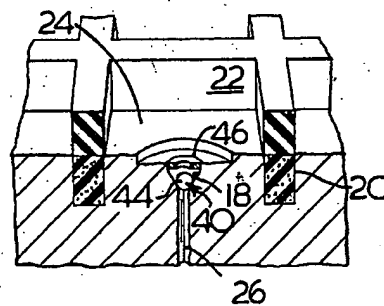


FIG. 3

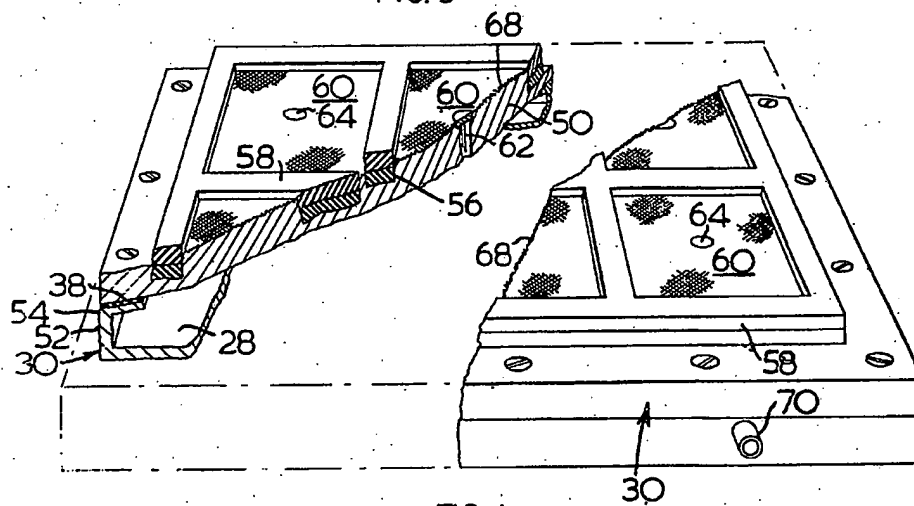
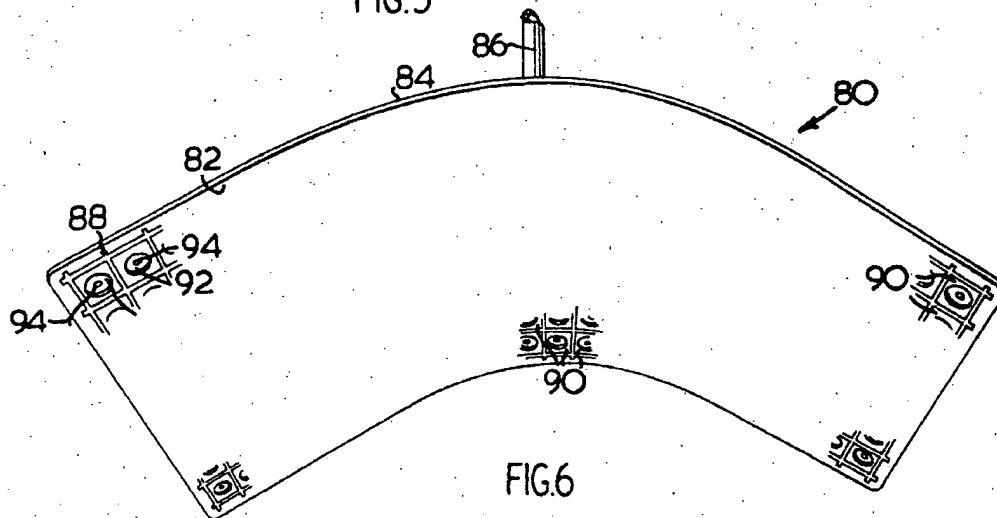
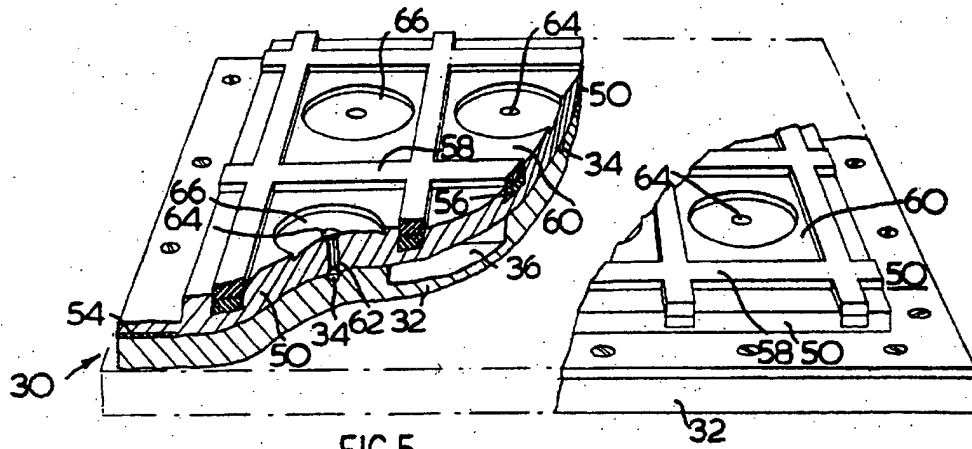


FIG. 4



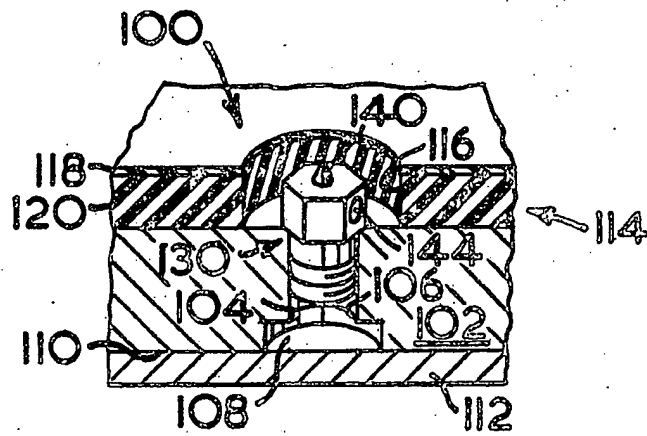


FIG. 7

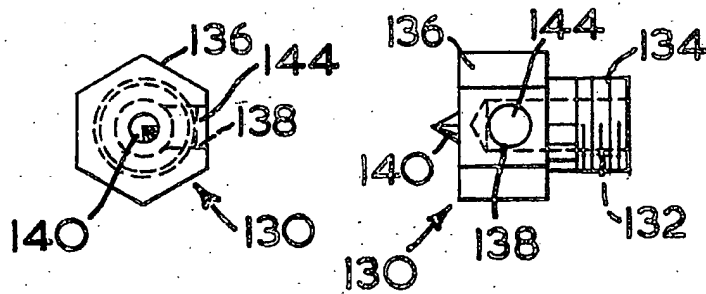


FIG. 8.

FIG. 9.

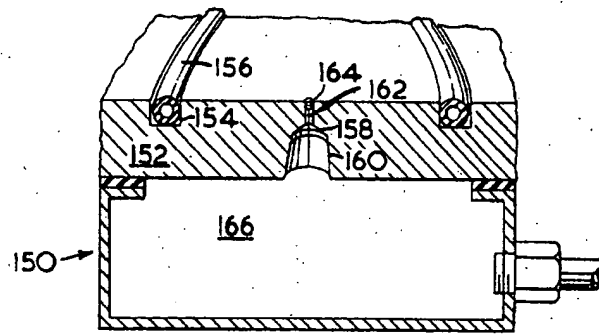


FIG. 10.

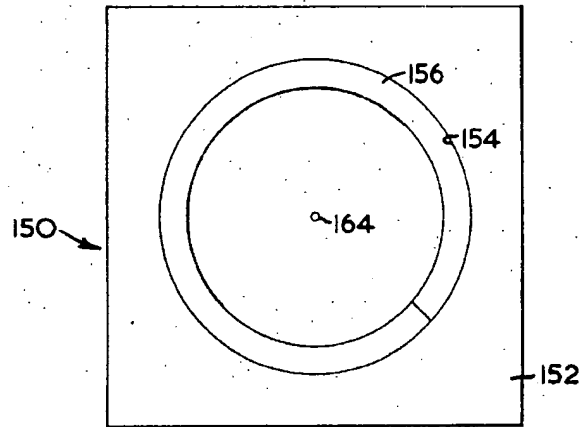


FIG. 11.

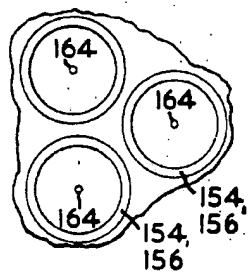


FIG. 11A.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.